



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 37 28 688.9-51
②② Anmeldetag: 27. 8. 87
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 4. 89

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Optische Werke G. Rodenstock, 8000 München, DE

⑦② Erfinder:
Hofbauer, Engelbert, Dipl.-Ing. (FH), 8000 München,
DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 33 717 A1
DE 34 13 748 A1

⑤④ Aus wenigstens zwei Teilsystemen bestehendes optisches System

Die Erfindung betrifft ein aus wenigstens zwei relativ zueinander justierbaren Teilsystemen bestehendes optisches System mit einem Justierelement mit wenigstens zwei Gleitflächen. Jedes Teilsystem weist wenigstens eine Gleitfläche auf, über die es an einer Gleitfläche des zylinderförmigen Justierelementes anliegt. Jedes Teilsystem ist am Justierelement fixierbar. Um auch nach der Fixierung der beiden Teilsysteme eine hohe Justiergenauigkeit zu gewährleisten, wird vorgeschlagen, daß das Justierelement so zwischen den Teilsystemen angeordnet ist, daß die optische Achse eines Teilsystems das Justierelement durchsetzt. Dabei ist das Justierelement wenigstens im Bereich der optischen Achse für elektromagnetische Strahlung durchlässig. Die Gleitfläche(n) eines Teilsystems besitzt (besitzen) eine der Form der Gleitflächen, die in der Zylindermantelfläche des Justierelementes liegen, zugeordnete Form. An den beiden Teilsystemen und dem Justierelement sind im Bereich der aneinander anliegenden Gleitflächen Klebestellen vorgesehen.

DE 37 28 688 C 1

DE 37 28 688 C 1

Die Erfindung betrifft ein aus wenigstens zwei relativ zueinander justierbaren Teilsystemen bestehendes optisches System mit einem Justierelement mit wenigstens zwei Gleitflächen, wobei jedes Teilsystem wenigstens eine Gleitfläche aufweist, über die es an einer Gleitfläche des Justierelementes anliegt und wobei jedes Teilsystem am Justierelement fixierbar ist.

Durch die DE-OS 34 33 717 ist ein Verfahren zum Koppeln optischer Bauelemente bekannt. Dabei werden zwei Teilsysteme mit einer Justiervorrichtung durch eine metallische Gefügeverbindung wie Schweißen oder Löten verbunden. Hierdurch wird in das optische System eine relativ große Wärmemenge eingebracht. Wegen des Wärmeeintrags und der Materialverflüssigung kann es zu unerwünschten Depositionierungen kommen. Die Verbindungsstellen zwischen den Teilsystemen und dem Justierelement sind daher möglichst weit entfernt von den optischen Bauelementen anzuordnen, so daß eine kompakte Bauweise nicht möglich ist. Eine Rotation um die optische Achse ist nach der Befestigung der optischen Bauelemente auf den Trägerkörpern nicht möglich. Es ist aufwendig, die beim bekannten Verfahren erforderlichen Beschichtungen aufzubringen. Außerdem sind für die Einhaltung der angegebenen Toleranzen hochgenau gefertigte Justierelemente und Trägerkörper erforderlich.

Aufgrund der nicht zylindersymmetrischen Bauweise ist die Stabilität gegenüber Temperatureinflüssen und mechanischen Schwingungen und dergleichen nicht vergleichbar mit der Stabilität zylindersymmetrischer Halterungen für optische Bauteile.

Weiterhin sind aus nur zwei Teilsystemen bestehende optische Systeme bekannt. Sie werden justiert, indem das eine, z. B. aus einem Linsensystem mit Fassung bestehende Teilsystem relativ zum weiteren Teilsystem in verschiedene Justierrichtungen bewegt wird, bis die beiden Teilsysteme eine optimale Position eingenommen haben. In dieser Position werden die beiden Teilsysteme stoffschlüssig miteinander verbunden. Bevorzugt wird zur stoffschlüssigen Verbindung ein Klebesystem verwendet, da dem optischen System beim Löten oder Schweißen relativ große Wärmemengen zugefügt werden, die unerwünschte Depositionierungen innerhalb des optischen Systems bewirken können. Bei einer Klebeverbindung wird zwar ein Wärmeeintrag vermieden, jedoch schrumpfen Klebstoffe beim Abbinden. Um eine Dejustierung des optischen Systems durch Schrumpfung des Klebers möglichst klein zu halten, werden Klebstoffe verwendet, die beim Abbinden nur minimal schrumpfen, beispielsweise um 1% bis 2%. Derartige Klebstoffe haben jedoch den Nachteil, daß das Abbinden relativ lange dauert.

Bei bestimmten optischen Systemen kann selbst mit Klebstoffen, die nur geringfügig schrumpfen, nicht die erforderliche Justiergenauigkeit erzielt werden:

Dies ist beispielsweise bei einem optischen System, das eine Laserdiode und ein kollimierendes Linsensystem enthält, der Fall. Die Laserdiode und das kollimierende Linsensystem können in separaten Fassungen aufgenommen sein. In vielen Anwendungsfällen ist es nun erforderlich, diese beiden Teilsysteme bezüglich dreier Richtungen mit jeweils einer Genauigkeit von weniger als 1 µm zu positionieren. Dazu werden die beiden aus Laserdiode mit Fassung bzw. Linsensystem mit Fassung bestehenden Teilsysteme zunächst durch Relativbewegung beider Fassungen justiert und an-

schließend verklebt. Nach dem Justiervorgang sind die Klebspalten zwischen den Fassungen jedoch ungleichmäßig und groß. Selbst bei Verwendung eines Klebstoffes, der nur minimal schrumpft, führt der Schrumpfprozeß des Klebstoffes zu einer Dejustierung des optischen Systems. Aufgrund der Schrumpfung können die erforderlichen Genauigkeitsgrenzen daher nicht eingehalten werden.

Durch die DE-OS 34 13 748 ist ein optisches System bekannt, bei dem kein Justierelement vorhanden ist. Die beiden Teilsysteme werden direkt miteinander verbunden. Zur Justierung muß jedoch zwischen den Teilsystemen in radialer Richtung ein relativ großer Spalt bestehen, um alle erforderlichen Justierbewegungen durchführen zu können. Werden die beiden Teilsysteme über einen derart großen Spalt miteinander verklebt, so kann eine erhebliche Dejustierung durch Schrumpfen erfolgen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein optisches System der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem aufgrund seiner Gestaltung eine hohe Justiergenauigkeit auch nach der Fixierung der beiden Teilsysteme durch stoffschlüssige Verbindung gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Justierelement die Form eines Zylinders hat und so zwischen den Teilsystemen angeordnet ist, daß die optische Achse eines Teilsystems das Justierelement durchsetzt, wobei das Justierelement wenigstens im Bereich der optischen Achse für elektromagnetische Strahlung durchlässig ist, daß die Gleitfläche(n) eines Teilsystems eine der Form der Gleitflächen, die in der Zylindermantelfläche des Justierelementes liegen, zugeordnete Form besitzt (besitzen) und daß an den beiden Teilsystemen und dem Justierelement im Bereich der aneinander anliegenden Gleitflächen Klebestellen vorgesehen sind.

Bei dem vorgeschlagenen optischen System ist es möglich, die beiden Teilsysteme im Bereich der stoffschlüssigen Verbindung spaltfrei am Justierelement anzulegen.

Die Bereiche jedes Teilsystems sowie des Justierelementes, in denen diese aneinander anliegen, sind als Gleitflächen ausgebildet. Diese Justierstellen sind für die jeweiligen Justierrichtungen derart gestaltet, daß durch Gleitbewegung der jeweiligen Gleitflächen aufeinander das entsprechende Maß für die jeweilige Richtung einstellbar ist. Die beiden Teilsysteme des vorgeschlagenen optischen Systems liegen nicht direkt aneinander an und besitzen keine Verbindungsstelle. Je nach Gestaltung der aneinander anliegenden Gleitflächen kann ein Teilsystem gegenüber dem Justierelement verkippt, gedreht oder verschoben werden.

In der Regel handelt es sich bei dem Justierelement jedoch um einen starren Körper.

Da die Gleitflächen eine einander zugeordnete Form besitzen, bleibt die Spaltfreiheit zwischen den Gleitflächen auch nach Ausführung von Justierbewegungen erhalten. Aufgrund der Spaltfreiheit hat eine Volumenänderung des die stoffschlüssige Verbindung bewirkenden Materials praktisch keine Dejustierung zur Folge. Beim vorgeschlagenen System ist somit auch nach der Fixierung der beiden Teilsysteme gegenüber dem Justierelement eine sehr hohe Justiergenauigkeit gewährleistet.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß z. B. beim Fixieren durch Kleben sogar ein Klebesystem verwendet werden kann, das beim Abbinden nicht minimal, sondern durchschnittlich, d. h. um ca. 10%, oder sogar

erheblich, d. h. um z. B. 14% schrumpft, wobei die erforderliche Justiergenauigkeit dennoch eingehalten wird. Somit können Klebesysteme mit sehr kurzer Abbindezeit verwendet werden. Dies ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung: Die Teilsysteme werden z. B. mittels Manipulatoren justiert. Die Teilsysteme müssen in diesen Manipulatoren solange gehalten werden, bis nach der Justierung eine feste Verbindung der Teilsysteme mit dem Justierelement stattgefunden hat. Eine kurze Abbindezeit bedeutet daher einen entsprechend geringeren Aufwand an Manipulatoren.

Es hat sich gezeigt, daß für die Gleitflächen keine qualitativ hochwertigen Oberflächen vorzusehen sind, vielmehr reicht die durch Drehen oder optisches Schleifen erzielbare Oberflächenqualität aus.

Das Justierelement hat die Form eines Zylinders, wobei sowohl eine Zylindergrundfläche als auch die Zylindermantelfläche dieses Justierelements wenigstens in Teilbereichen als Gleitfläche ausgebildet sind.

Dadurch lassen sich mit einem Teilsystem mittels eines einfach zu fertigenden Justierelementes über die zur Zylindergrundfläche parallelen Gleitflächen Justierbewegungen in zwei zueinander senkrechten, parallel zur Zylindergrundfläche orientierten Richtungen durchführen. Über die zur Zylindergrundfläche senkrecht orientierten Gleitflächen in der Zylindermantelfläche kann das andere Teilsystem in einer zur Zylindergrundfläche senkrechten Richtung relativ zum Justierelement und somit zum anderen Teilsystem justiert werden.

Hierbei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die Gleitfläche in der Zylindergrundfläche sowie die dieser Gleitfläche zugeordnete Gleitfläche des Teilsystems kreisringförmig sind. In dieser Ausgestaltung liegt eine rotationssymmetrische Anordnung vor, d. h. die beiden Teilsysteme können gegeneinander verdreht werden. Diese Bewegungsmöglichkeit gestattet es beispielsweise, Astigmatismuskorrekturen mittels einer Zylinderlinsen durchzuführen.

In einer vorteilhaften weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist eines der Teilsysteme wenigstens drei voneinander beabstandete Arme mit je einer Gleitfläche auf, über die jeder Arm an einer zugeordneten Gleitfläche in der Zylindermantelfläche des Justierelements an diesem anliegt. Weisen die Arme einen Winkelabstand von ca. 120° auf, so kann mit drei Armen ein sicherer Halt des Teilsystems am Justierelement erzielt werden.

Es hat sich gezeigt, daß aufgrund einer Selbstzentrierung durch das die stoffschlüssige Verbindung bewirkende Material der Radius der Gleitflächen in den Armen und der Radius der zugeordneten Gleitflächen des Justierelements nicht gleich groß sein müssen, um die erforderliche Justiergenauigkeit zu erreichen. Somit können das Teilsystem und das Justierelement mit den üblichen Fertigungstoleranzen hergestellt werden.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung hat es sich als besonders günstig erwiesen, wenn das Justierelement aus einem für elektromagnetische Strahlung, insbesondere für UV-Licht durchlässigen Material besteht und an den Teilsystemen bzw. dem Justierelement Klebestellen für ein Klebesystem, das durch elektromagnetische Strahlung bzw. UV-Licht aushärtbar ist, vorgesehen sind.

Durch die Verwendung von Klebesystemen, die durch UV-Licht aushärtbar sind, kann die Abbindezeit enorm kurz gehalten werden. Da das Justierelement aus UV-durchlässigem Material besteht, können die Klebestellen über das Justierelement auf einfache Weise mit

UV-Licht bestrahlt und der Klebstoff ausgehärtet werden. Besonders einfach können die Klebestellen mit UV-Licht bestrahlt werden, wenn eines der Teilsysteme über drei oder mehrere Arme am Justierelement anliegt.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist in Unteranspruch 5 angegeben. Es handelt sich hierbei nicht nur um Materialien, die für UV-Licht durchlässig sind, sondern auch um elektrische Isolatoren. Dies ist z. B. bei optoelektronischen Systemen, wie dem in Unteranspruch 6 beanspruchten System aus einer Laserdiode mit einem kollimierenden Linsensystem von Vorteil, da in diesem Fall das Justierelement auch zur notwendigen Isolation zwischen Laserdiodenfassung und der Fassung des Linsensystems dient. Grundsätzlich läßt sich das erfindungsgemäße Prinzip nicht nur auf optische Systeme anwenden, sondern auch auf beliebige andere Bauteile, die zueinander exakt auch justieren und zu fixieren sind.

Im folgenden wird anhand einer schematischen Skizze ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert:

In der Skizze ist ein aus zwei Teilsystemen 1, 2 bestehendes optisches System im Schnitt dargestellt. Teilsystem 1 besteht im wesentlichen aus drei Linsen 4, 5, 6, die von einer Fassung 3 aufgenommen sind. Teilsystem 2 besteht im wesentlichen aus einer Laserdiode 8, die in einer Fassung 7 aufgenommen ist. Mit Bezugszeichen 9 sind Versorgungsleitungen, mit Bezugszeichen 18 das Laserelement bezeichnet. Bei der Diode kann es sich um eine Sende- oder Empfangsdiode handeln. Das aus den Linsen 4, 5, 6 bestehende Linsensystem ist eine kollimierende Optik. Die aktive Fläche der Diode 8 ist in den Brennpunkt der kollimierenden Optik zu justieren. Vorzugsweise soll der Brennpunkt der kollimierenden Optik zur aktiven Fläche der Diode genauer als 1 µm in mindestens drei Richtungen (Freiheitsgraden) justiert werden. Dazu dient ein Justierelement 10, das zwischen den Teilsystemen angeordnet ist.

Das Justierelement hat die Form eines geraden Kreiszylinders, der z. B. aus Glas gefertigt ist. Ein Teilbereich der dem Teilsystem 1 zugewandten Zylindergrundfläche ist als Gleitfläche 12 ausgebildet. Diese Gleitfläche 12 hat Kreisringform. Die Zylindermantelfläche des Justierelements 10 ist senkrecht zur Zylindergrundfläche orientiert. Teilbereiche dieser Mantelfläche sind ebenfalls als Gleitfläche 14 ausgebildet.

Die Fassung 3 des Teilsystems 1 besitzt eine zur Zylindergrundfläche des Justierelements 10 parallele Oberfläche.

In dieser Oberfläche ist ein Teilbereich als Gleitfläche 11 ausgebildet. Bezüglich der mit Bezugszeichen 19 bezeichneten optische Achse des Linsensystems 4, 5, 6 besitzt die Gleitfläche 11 Kreisringform. Teilsystem 1 liegt über seine Gleitfläche 11 an der Gleitfläche 12 des Justierelements 10 an. Die Gleitflächen 11, 12 besitzen eine einander zugeordnete Form, d. h. sie sind zueinander parallel und haben die Form eines Kreisinges mit etwa gleichem äußeren und gleichem inneren Durchmesser.

Teilsystem 2 besitzt an seinem zylindrischem Umfangsrand drei Arme 17, die einen Winkelabstand von etwa 120° aufweisen. Jeder Arm 17 besitzt eine Gleitfläche 13, über die der Arm an der zugeordneten Gleitfläche 14 in der Zylindermantelfläche des kreisscheibenförmigen Justierelements anliegt. Die Gleitflächen 13 und 14 besitzen eine einander zugeordnete Form, d. h. sie besitzen in einem zur Zeichenebene senkrechten Schnitt Kreisbogenform. Die Radien der beiden Kreisbögen sind aufeinander abgestimmt, d. h. in etwa gleich

groß.

Dieses optische System ermöglicht nun folgende Justierbewegungen:

Teilsystem 1 kann relativ zum Justierelement in einer zur Zeichenebene senkrechten Ebene verschoben werden. Außerdem kann das Teilsystem 1 gegenüber dem Justierelement 10 um die optische Achse 19 gedreht werden.

Aufgrund der Gleitfläche 14 des Justierelementes und der Gleitflächen 13 des Teilsystems 2 kann Teilsystem 2 gegenüber dem Justierelement 10 in einer zur Zylindergrundfläche senkrechten Richtung bewegt werden.

Insgesamt können somit Teilsystem 1 und Teilsystem 2 relativ zueinander in drei zueinander senkrechten Richtungen bewegt werden, d. h. die aktive Fläche der Laserdiode 8 kann optimal in den Brennpunkt der kollimierenden Optik justiert werden. In der justierten Position werden die beiden Teilsysteme 1, 2 gegenüber dem Justierelement 10 fixiert. Dazu sind mehrere Klebestellen 15, 16 vorgesehen. Grundsätzlich kann jeder beliebige Klebstoff verwendet werden.

Bevorzugt findet jedoch ein Klebstoff Anwendung, der durch UV-Licht aushärtbar ist. Nach dem Aufbringen des UV-Klebstoffes wird UV-Licht über das aus Glas bestehende Justierelement auf die Klebestellen gerichtet und der Klebstoff ausgehärtet. Der Klebspalt zwischen den Gleitflächen 11 und 12 bzw. 13 und 14 ist sehr klein, so daß aufgrund der beim Abbinden erfolgenden Schrumpfung des Klebers keine unerwünschte Dejustierung bewirkt wird, sondern auch nach der Fixierung der beiden Teilsysteme eine hohe Justiergenauigkeit gewährleistet bleibt. Im Justierelement 10 ist eine im Querschnitt kreisförmige Öffnung (Begrenzungsfläche 20) vorgesehen.

Patentansprüche

1. Aus wenigstens zwei relativ zueinander justierbaren Teilsystemen bestehendes optisches System mit einem Justierelement mit wenigstens zwei Gleitflächen, wobei jedes Teilsystem wenigstens eine Gleitfläche aufweist, über die es an einer Gleitfläche des Justierelementes anliegt und wobei jedes Teilsystem am Justierelement fixierbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Justierelement (10) die Form eines Zylinders hat und so zwischen den Teilsystemen (1, 2) angeordnet ist, daß die optische Achse (19) eines Teilsystems (1) das Justierelement durchsetzt, wobei das Justierelement (10) wenigstens im Bereich der optischen Achse (19) für elektromagnetische Strahlung durchlässig ist, daß die Gleitfläche(n) (13) eines Teilsystems (2) eine der Form der Gleitflächen, die in der Zylindermantelfläche des Justierelementes (10) liegen, zugeordnete Form besitzt (besitzen) und daß an den beiden Teilsystemen (1, 2) und dem Justierelement (10) im Bereich der aneinander anliegenden Gleitflächen Klebestellen (15, 16) vorgesehen sind.
2. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleitfläche (12) in der zur Zylindergrundfläche parallelen Oberfläche sowie die dieser Gleitfläche zugeordnete Gleitfläche (11) des einen Teilsystems (1) kreisringförmig sind.
3. Optisches System nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Teilsysteme (2) wenigstens drei voneinander beabstandete Arme (17) mit je einer Gleitfläche (13) aufweist, über die jeder Arm (17) an einer zugeordne-

ten Gleitfläche (14) in der Zylindermantelfläche des Justierelementes (2) an diesem anliegt.

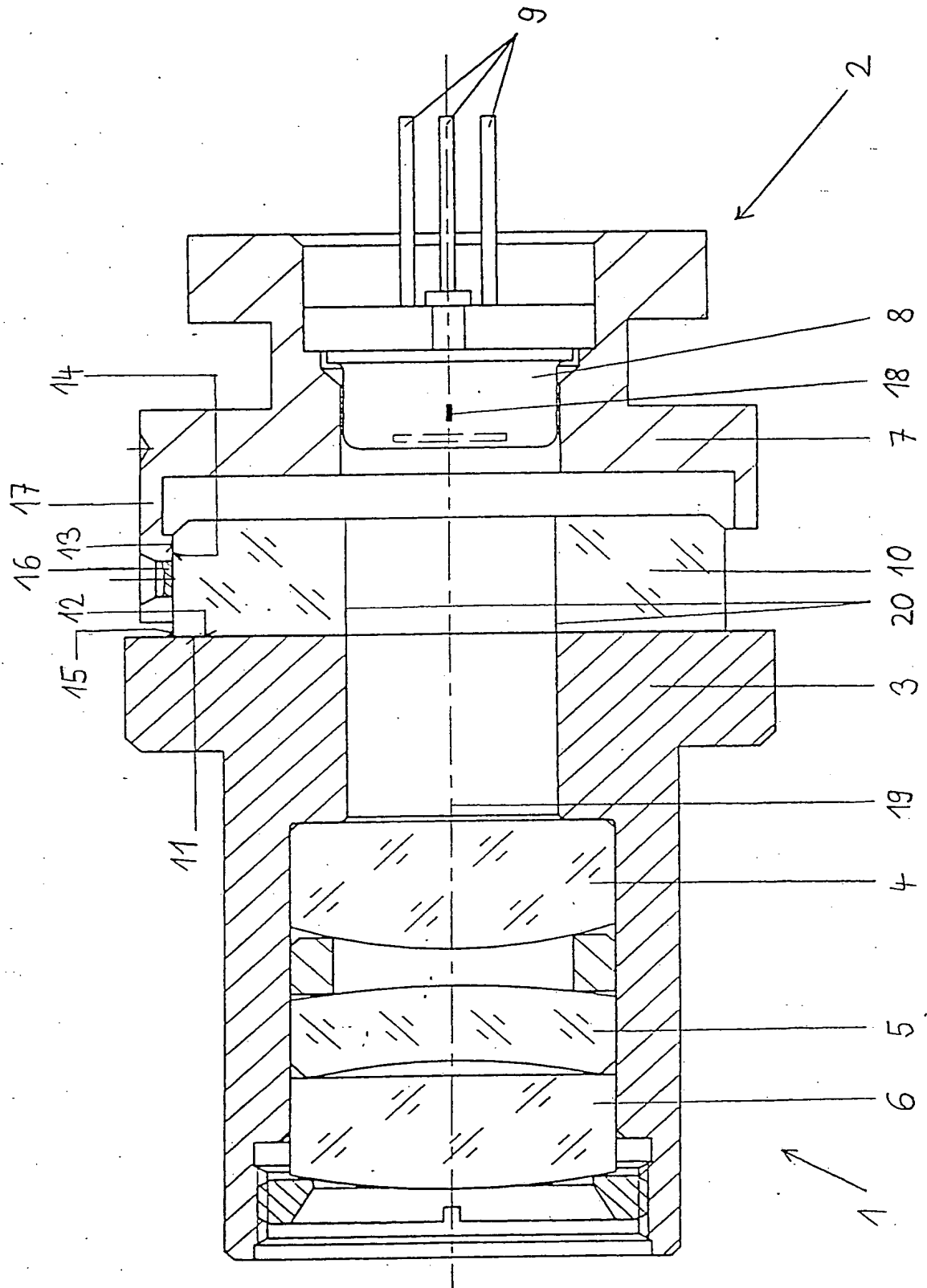
4. Optisches System nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß das Justierelement (2) aus einem für elektromagnetische Strahlung, insbesondere für UV-Licht durchlässigen Material besteht und an den Teilsystemen bzw. dem Justierelement Klebestellen (15, 16) für ein Klebesystem, das durch elektromagnetische Strahlung, insbesondere UV-Licht aushärtbar ist, vorgesehen sind.

5. Optisches System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Justierelement aus UV-durchlässigem Glas oder UV-durchlässiger Keramik besteht.

6. Optisches System nach einem der Ansprüche 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Teilsysteme (2) im wesentlichen aus einer Diode (8) mit Fassung (7) und das andere Teilsystem (1) im wesentlichen aus einem optischen System (4, 5, 6) insbesondere einem kollimierenden optischen System, mit Fassung (3) besteht.

7. Optisches System nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß das Justierelement aus elektrisch isolierendem Material besteht.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



THIS PAGE BLANK (USPTO)